

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 16 OCT 2000

WIPO

PCT

EP 00/08427

4

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 199 43 442.5

Anmeldetag: 11. September 1999

Anmelder/Inhaber: Menzolit-Fibron GmbH, Bretten/DE

Bezeichnung: Multiaxiales faserverstärktes SMC

IPC: B 29 C, C 08 J

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 25. September 2000
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Dzierzon

Multiaxiales faserverstärktes SMC

Die Erfindung betrifft ein SMC zur Herstellung faserverstärkter duroplastischer Bauteile, ein diesbezügliches Verfahren zur Herstellung sowie ein aus diesem
5 SMC hergestelltes Bauteil.

SMC steht für „Sheet Moulding Compound“ und ist die englische Bezeichnung für eine Harzmatte nach DIN 16913. Mit SMC wird im allgemeinen eine fließfähige Harzmatte basierend auf ungesättigtem Polyesterharz oder Vinylesterharz und
10 Wirrfaserverteilung in der Mattenebene bezeichnet. Als Verstärkungsfasern werden üblicherweise Glasfasern verwendet, doch sind auch andere Materialien zur Verstärkung geeignet. Eine typische SMC-Rezeptur besteht zu ca. 30 % aus Polymer, ca. 30 % aus Füllstoff und ca. 30 % Glasfasern, der Rest setzt sich aus
15 Zuschlagstoffen zusammen, wie zum Beispiel Farbpigmenten, Härter, Dispergierhilfsmittel und ähnlichen Stoffen. Hergestellt wird SMC in der Regel folgendermaßen: Die Harzmatrix wird auf zwei Trägerfolien aufgetragen. Diese Trägerfolien werden durch eine SMC-Maschine gezogen und transportieren dabei die Harzmatrix, auf welche die Verstärkungsfasern aufgerieselt oder aufgelegt werden. Nachdem die Verstärkungsfasern aufgebracht sind, werden beide Folien
20 zusammengepreßt, so daß eine Art Sandwich entsteht. Dieses Sandwich wird durch eine Imprägnierstrecke gezogen, die durch Druck- und Walkbewegungen dafür sorgt, daß die Fasern gleichmäßig mit dem Harz benetzt werden. Am Ende der Maschine wird es auf Rollen gewickelt. Von entscheidender Bedeutung ist ein Reifeprozeß, der auf chemische und/oder physikalische Weise eingeleitet werden
25 kann. Nach diesem Reifeprozeß kann das SMC weiterverarbeitet werden. Nach Abziehen der Trägerfolien wird das SMC üblicherweise in beheizten Stahlwerkzeugen zu Formteilen verarbeitet bzw. verpresst.

Der Vorteil von SMC ist die hohe Fließfähigkeit die bewirkt, daß die Pressform nur zu 30 - 50 % abgedeckt werden muß. Die Festigkeit und Steifigkeit kann je nach Verstärkungsfaseranteil in einem weiten Spektrum variiert werden.

- 5 Als Alternative ist es bekannt, ein Gewebe zur Verstärkung in die Harzmatrix einzulegen. Nachteilig ist hieran, daß zwar die Festigkeit wesentlich erhöht ist, jedoch kaum Fließfähigkeit vorhanden ist. Die Pressform muß vollständig bedeckt werden, was einen exakten Zuschnitt erfordert, wodurch viel Abfall anfällt.
- 10 Weiterhin ist SMC mit einer Faserverstärkung sowohl aus geschnittenen Fasern (Wirrfasern) als auch aus unidirektionalen Fasern (UD-Fasern) bekannt. Die UD-Fasern bewirken erhöhte Festigkeits- und Steifigkeitseigenschaften in einer axialen Richtung und die Wirrfasern bestimmen die Querfestigkeit.
- 15 Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein SMC zur Herstellung faserverstärkter duroplastischer Bauteile nach dem Oberbegriff so weiterzubilden, daß in dünnwandigen Formteilen eine hohe Festigkeit und Steifigkeit erreicht wird. Ferner soll ein Verfahren zur Herstellung dieses SMC angegeben werden.
- 20 Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß mehrere Lagen UD-Fasern mit voneinander verschiedener axialen Ausrichtung im SMC angeordnet sind. Da die UD-Fasern für die Festigkeits- und Steifigkeitseigenschaften maßgeblich sind, sind diese Eigenschaften nicht nur in einer axialen Richtung, sondern in verschiedenen Richtungen gegeben. Aufgrund der hohen Festigkeit kann
- 25 das Flächengewicht verringert werden, so daß leichte bzw. Bauteile mit dünner Wandstruktur hergestellt werden können, die dabei noch extrem fest sind.

Bevorzugt sind eine Kombination von Wirrfasern aus Glas- oder Kohlenstofffasern und UD-Kohlenstofffasern. Die UD-Fasern werden vorteilhafterweise auf eine

endliche Länge geschnitten, um eine Fließfähigkeit in axialer Richtung der UD-Fasern zu ermöglichen.

Vorteilhafterweise sind alle verwendeten UD-Faserlagen in 0°-Richtung ausgerichtet und es wird eine beliebige Anzahl von Faserlagen verwendet

In bevorzugter Ausführungsform sind mindestens vier UD-Faserlagen in folgender Ausrichtung angeordnet.

10 0°, 90°, 90°, 0° oder 0°, 90°, 0°, 90°.

In alternativer bevorzugter Ausführungsform sind mindestens sechs UD-Faserlagen angeordnet. Dabei haben die UD-Faserlagen zweckmäßigerweise folgende Ausrichtung;

15 0°, 90°; + 45°, - 45°, 90°, 0°.

Dies bedeutet, daß die erste Lage in 0° ausgerichtet ist, die darüber liegende zweite Lage in 90° zur ersten Lage und die dritte Lage mit 45° zur ersten Lage
20 etc.

In alternativer Ausführungsform sind acht UD-Faserlagen angeordnet mit folgender Ausrichtung:

25 0°, 90°; + 45°, - 45°, + 45°, - 45°, 90°, 0°.

Die Winkelangaben bedeuten, daß die nächste darüberliegende UD-Faserlage um diesen Winkel verdreht zur ersten Lage angeordnet ist.

Für größere Wanddicken kann der Materialaufbau aus 6 oder 8 Lagen in der angegebenen Reihenfolge mehrfach übereinander gelegt werden.

Zur Verbesserung der Fließfähigkeit und zum Ausgleich von Schwindungen wird
5 vorteilhafterweise für die Wirrfasern und die UD-Fasern eine unterschiedliche Harzmatrix verwendet.

Zur Kontrolle der UD-Faserrichtungen im fertigen Formteil sind bevorzugt einzelne Glasfasern in Richtung der UD-Fasern als Kontrastfasern in die Matrix einge-
10 bracht.

Bevorzugt ist das SMC-Flächengewicht größer als 900 gramm/m^2 .

Es kann auch vorteilhaft sein, wenn die Harzmatrix leitfähige Zusätze enthält.
15 Hierdurch wäre eine ESTA-Lackierung möglich.

In bevorzugter Ausführungsform sind die UD-Faserlagen Kohlenstoffaserbreitbandkabel, z. B. nach dem „heavy tow“-Verfahren hergestellt. Vorteilhaft werden hierzu „heavy tow“ Kohlenstoffasern größer 49 k verwendet. Alternativ können
20 auch Kohlenstoffaserbreitbandkabel nach dem „heavy tow“-Verfahren in den Breiten von 25 mm bis 500 mm verwendet werden.

Ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Herstellung eines faserverstärkten SMC mit den obengenannten Eigenschaften zeichnet sich dadurch aus, daß SMC-

25 Matten mit Wirrfasern und einer einzigen Lage UD-Fasern hergestellt werden und daß mehrere derartige SMC-Matten vor der Weiterverarbeitung zum Formteil durch Schichtung zu einem Stapel mit multiaxialer Ausrichtung der UD-Fasern angeordnet werden. Dies hat den großen Vorteil, daß eine vorhandene Anlage zur Herstellung eines SMC bestehend aus Wirrfasern und UD-Fasern nicht ver-
30 ändert werden muß. Die multiaxiale Ausrichtung kommt durch die Schichtung

einzelner SMC-Matten zu einem Stapel zustande, wobei die SMC-Matten zueinander verdreht geschichtet werden.

5 Eine bevorzugte Ausführungsform des Verfahrens sieht vor, daß die SMC-Matten (mit einer UD-Faserlage) in Streifen geschnitten und auf Spulen aufgewickelt werden, daß die Streifen bei der Fertigstellung abgelängt und in beliebiger Lage angeordnet werden und die einzelnen Zuschnittslagen auf einem Drehteller in beliebiger Winkellage zueinander zu einem Stapel geschichtet werden. Dies hat den Vorteil, daß kein Abfall anfällt.

10

Als letzter Arbeitsgang wird der Stapel entweder in das Werkzeug (Presse) zur Herstellung des Formteils eingelegt und das Formteil gepreßt oder aber zur Fixierung durch Vorpressen vorgeformt, wobei die Presse zum Vorformen eine Negativform des Werkzeuges zum Herstellen des Formteils ist.

15

Bevorzugt werden die Streifen auf Spulen mit einem Kerndurchmesser von größer gleich 200 mm und einem Außendurchmesser von größer gleich 1000 mm aufgewickelt.

20 In bevorzugter Ausführungsform liegt die Schnittbreite des Werkzeugs zum Schneiden der UD-Faserlagen zwischen 2 mm und 15 mm.

Das erfindungsgemäße SMC ist vielseitig einsetzbar. Es dient bevorzugt zur Herstellung von faserverstärkten Bauteilen, insbesondere für die Kraftfahrzeug-

25 industrie.

Bei Verwendung einer schwindungsfreien Harzmatrix können Automobilaußenteile mit einer „class A“-Oberfläche hergestellt werden.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Figuren, die nachfolgend beschrieben sind.

Es zeigen:

5

Fig. 1 schematisch eine Anlage zum Herstellen von SMC mit einer UD-Faserlage,

10

Fig. 2 schematisch eine Vorrichtung zum Herstellen der Zuschnittslagen und des multiaxialen SMC,

Fig. 3 schematisch das Herstellen der Zuschnittslagen und das Schichten zu einem Stapel auf einem Drehteller,

15 Fig. 4 das Pressen zu einem Formteil,

Fig. 5 beispielhaft ein geschichteter Stapel einzelner UD-Faserlagen,

20

Fig. 6 ein fertiges Formteil mit schematischer Anordnung der ursprünglichen UD-Faserlagen und

Fig. 7 die multiaxiale Ausrichtung der UD-Faserlagen.

Fig. 1 zeigt eine Maschine oder Anlage zum Herstellen von SMC mit einer einzigen UD-Faserlage. Auf eine Folie 1 wird eine Harzpaste oder Harzmatrix 2 über einen Rakel 3 aufgebracht. Anschließend werden Wirrfasern 4 aufgestreut. Diese Wirrfasern 4 sind Glasfasern oder Kohlenstofffasern, die als Endlosfasern 5 einer Schneidvorrichtung 6 zugeführt werden und von dieser in kleine ca. 6 - 25 mm lange Stücke geschnitten werden. Anschließend werden unidirektionale UD-Fasern 7 in Laufrichtung der Bahn aufgelegt. Diese UD-Fasern 7 sind bevorzugt

25
30

Kohlenstoffasern. Zum Abschluß wird eine zweite Folie 1 wieder mit einer Harzmatrix 2 über ein Rakel 3 beschichtet und auf die erste Folie gelegt, so daß sich eine Art Sandwich ergibt. Nicht gezeigt ist das anschließende Imprägnieren in einer Kammer zwischen Waben oder Waben und Bindern, die in einer Wärmekammer angeordnet sein können. Dies so hergestellte SMC wird erfindungsgemäß online oder offline in Streifen von ca. 4 - 20 cm Breite geschnitten und auf Rollen aufgewickelt.

Fig. 2 zeigt schematisch das weitere Vorgehen. Die eben genannten Rollen 8 werden in Reihe versetzt angeordnet. Beispielhaft sind hier nur zwei Rollen 8 gezeichnet. Neben den Rollen 8 ist jeweils ein Folienabzug 9 angeordnet. Zum Herstellen des multiaxialen SMC wird das SMC mit einem Schneidwerkzeug 10 abgelenkt und verschoben, so daß sich ohne Verschnitt eine nahezu beliebig geformte Zuschnittslage 11 ergibt. Mit den Bezugszeichen 12 sind die einzelnen Streifen nach dem Schneiden und vor dem Verschieben bezeichnet. Das Verschieben geschieht auf einer Fördervorrichtung 13. Anschließend werden die einzelnen Zuschnittslagen 11 entweder auf einem Drehteller 14 zu einem Stapel geschichtet mit unterschiedlicher axialer Ausrichtung der UD-Fasern oder aber direkt durch Vorpressen fixiert. Die Presse 15 zum Vorformen ist vorteilhaft eine Negativform des Werkzeugs zum Herstellen des Formteils.

Fig. 3 zeigt schematisch das Herstellen der Zuschnittslagen 11 und das Schichten zu einem Stapel auf einem Drehteller 14. Die einzelnen Rollen 8 werden geschnitten, je nach Erfordernis, und zu einer Zuschnittslage 11 verschoben und anschließend auf einem Drehteller 14 gestapelt. Es fällt dabei kein Abfall bzw. Verschnitt an.

Fig. 4 zeigt das Pressen zu einem Formteil 16. In einer Vorformpresse 17 wurde ein Stapel an geschichteten Zuschnittslagen vorgeformt. Anschließend wird diese

Vorformpresse 17 mit samt dem Vorformteil in die Presse 18 eingelegt und das Formteil 16 gepreßt.

Fig. 5 zeigt beispielhaft einen geschichteten Stapel 19 einzelner Zuschnittslagen 11. Der Stapel 19 besteht in diesem Beispiel aus sechs Lagen mit einer Orientierung der UD-Faserlagen von 0°, 90°, + 45°, - 45°, 90°, 0°.

Fig. 6 zeigt eine fertiges Bauteil (Formteil) 16 mit schematischer Anordnung der einzelnen UD-Faserlagen. Gut zu erkennen ist die Schichtung der einzelnen Zuschnittslagen 11.

Fig. 7 zeigt die multiaxiale Ausrichtung der UD-Faserlagen in 0°, + 45°, - 45°, 90°.

Patentansprüche

1. SMC (Sheet Moulding Compound) zur Herstellung faserverstärkter duropla-
stischer Bauteile bestehend aus einer Harzmatrix (2) mit einer Faserverstär-
kung sowohl mit geschnittenen Fasern (Wirrfasern) (4), die ungerichtet in der
Harzmatrix (2) angeordnet sind, als auch mit unidirektionalen Fasern (UD-
Fasern) (7), die in einer axialen Ausrichtung angeordnet sind, dadurch ge-
kennzeichnet, daß mehrere Lagen UD-Fasern (7) mit voneinander verschie-
dener axialen Ausrichtung im SMC angeordnet sind.
2. SMC nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wirrfasern (4)
Glasfasern und die UD-Fasern (7) Kohlenstofffasern sind oder umgekehrt.
3. SMC nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die UD-Fasern
(7) durch Einschnitte im fertigen SMC zur Erzeugung von Fließfähigkeit in
Faserrichtung verkürzt werden.
4. SMC nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß alle
verwendeten UD-Faserlagen (7) in 0°-Richtung ausgerichtet sind und eine
beliebige Anzahl von Faserlagen (7) verwendet wird.
5. SMC nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
daß mindestens vier UD-Faserlagen (7) angeordnet sind.
6. SMC nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die vier UD-Faserlagen
(7) folgende Ausrichtung haben

0°, 90°, 90°, 0° oder 0°, 90°, 0°, 90°.

7. SMC nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens sechs UD-Faserlagen (7) angeordnet sind.

8. SMC nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die sechs UD-Faserlagen (7) folgende Ausrichtung haben

0°, 90°; + 45°, - 45°, 90°, 0°.

9. SMC nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß acht UD-Faserlagen (7) angeordnet sind.

10. SMC nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die acht UD-Faserlagen (7) folgende Ausrichtung haben

0°, 90°; + 45°, - 45°, + 45°, - 45°, 90°, 0°.

11. SMC nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß für die Wirrfasern (4) und die UD-Fasern (7) eine unterschiedliche Harzmatrix (2) verwendet wird.

12. SMC nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Kontrolle der UD-Faserrichtungen einzelne Glasfasern in Richtung der UD-Fasern (7) als Kontrastfasern in die Matrix (2) eingebracht sind.

13. SMC nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das SMC-Flächengewicht größer 900 gramm/m² ist.

14. SMC nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Harzmatrix (2) leitfähige Zusätze enthält.

15. SMC nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die UD-Faserlagen (7) Kohlenstoffaserbreitbandkabel sind.
16. Verfahren zur Herstellung eines faserverstärkten SMC nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet,
- 5 - daß SMC-Matten mit einer einzigen Lage UD-Fasern (7) hergestellt werden
 und
 - daß mehrere SMC-Matten vor der Weiterverarbeitung zum Formteil (16)
 durch Schichtung zu einem Stapel (19) mit multiaxialer Ausrichtung der
10 UD-Fasern (7) angeordnet werden.
17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet,
- daß die SMC-Matten in Streifen (12) geschnitten und auf Spulen bzw. Rol-
 len (8) aufgewickelt werden,
- 15 - daß die Streifen (12) abgelängt und in rechteckigen Zuschnittslagen (11)
 angeordnet werden und
 - daß die einzelnen Zuschnittslagen (11) auf einem Drehteller (14) zu einem
 Stapel (19) geschichtet werden.
- 20 18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Sta-
 pel (19) in das Werkzeug (Presse) (18) zur Herstellung des Formteils (16)
 eingelegt wird oder aber zur Fixierung durch Vorpressen vorgeformt wird.
- ~~19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Presse zum~~
- 25 Vorformen eine Negativform des Werkzeugs zum Herstellen des Formteils
 (16) ist.
20. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekenn-
 zeichnet, daß die Streifen (12) auf Spulen mit einem Kerndurchmesser von

größer 200 mm und einem Außendurchmesser von größer 1000 mm aufgewickelt werden.

21. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schnittbreite des Werkzeugs zum Schneiden der UD-Faserlagen zwischen 2 mm und 15 mm liegt.

22. Bauteil aus faserverstärkten Duroplasten, dadurch gekennzeichnet, daß dieses Bauteil aus einem SMC gemäß einem der Ansprüche 1 bis 21 hergestellt ist.

23. Bauteil nach Anspruch 22 zur Verwendung als Automobilaußenteil.

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein SMC (Sheet Moulding Compound) zur Herstellung faserverstärkter duroplastischer Bauteile bestehend aus einer Harzmatrix (2) mit
5 einer Faserverstärkung sowohl mit geschnittenen Fasern (Wirrfasern) (4), die ungerichtet in der Harzmatrix angeordnet sind, als auch mit unidirektionalen Fasern (UD-Fasern) (7), die in einer axialen Ausrichtung angeordnet sind.

10 Damit bei niedrigem Flächengewicht eine extrem hohe Festigkeit in multiaxialer Richtung erreicht ist, wird vorgeschlagen, daß mehrere Lagen UD-Fasern (7) mit voneinander verschiedener axialen Ausrichtung im SMC angeordnet sind

15 (Fig. 1)

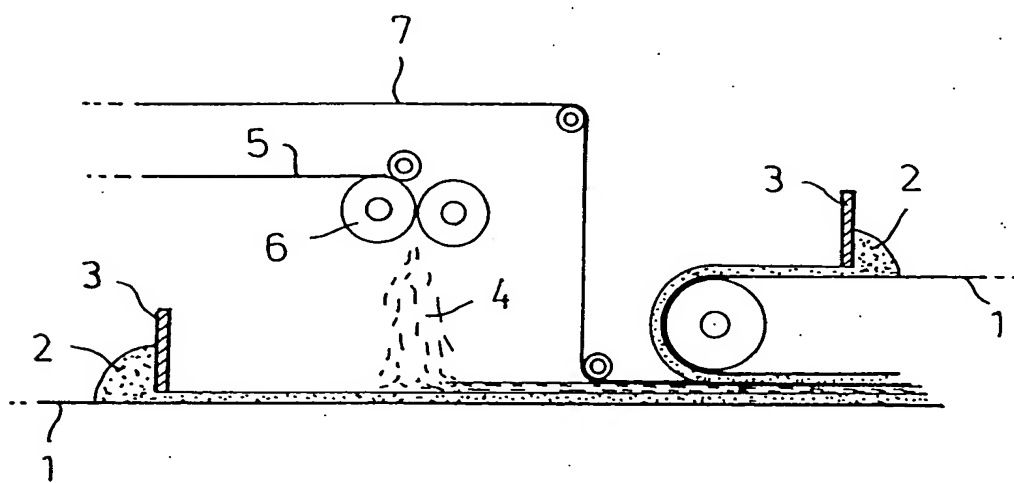


FIG.1

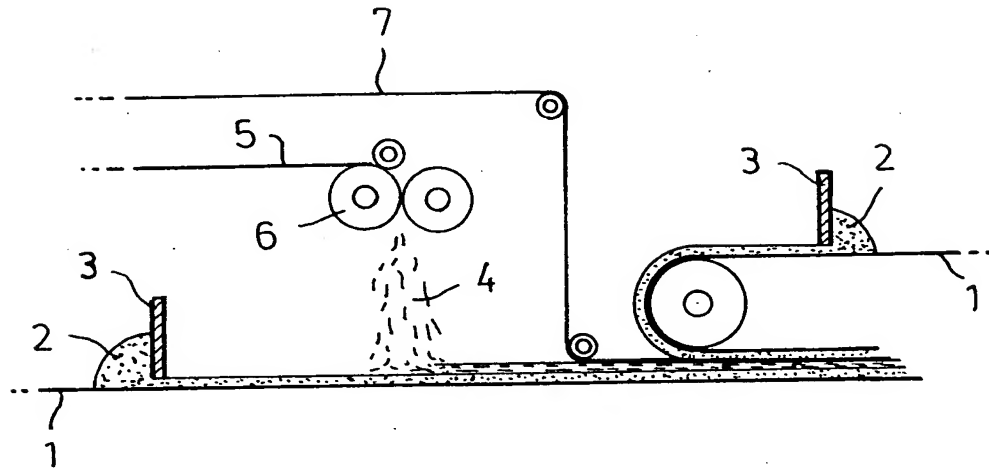


FIG. 1

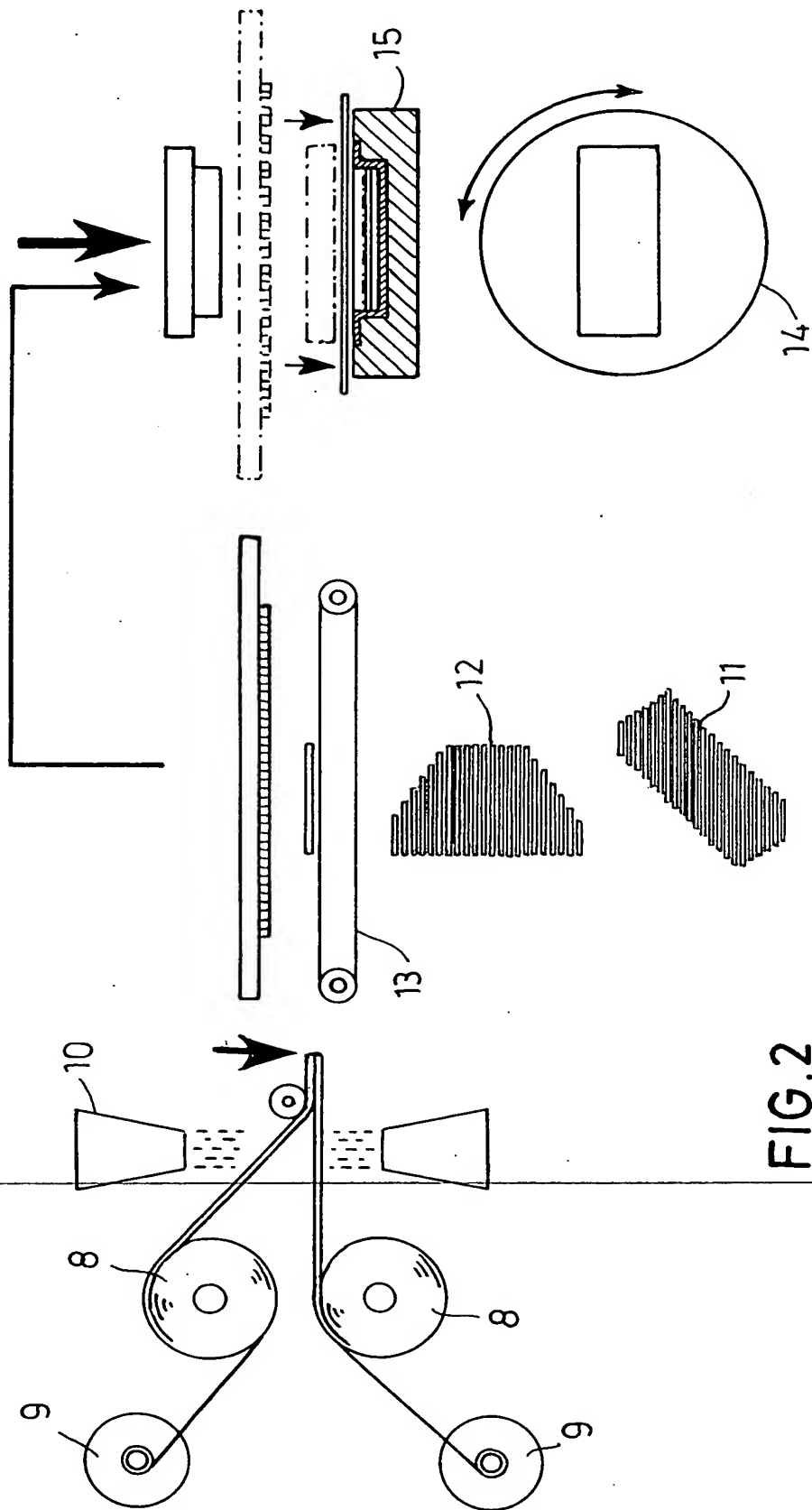


FIG.2

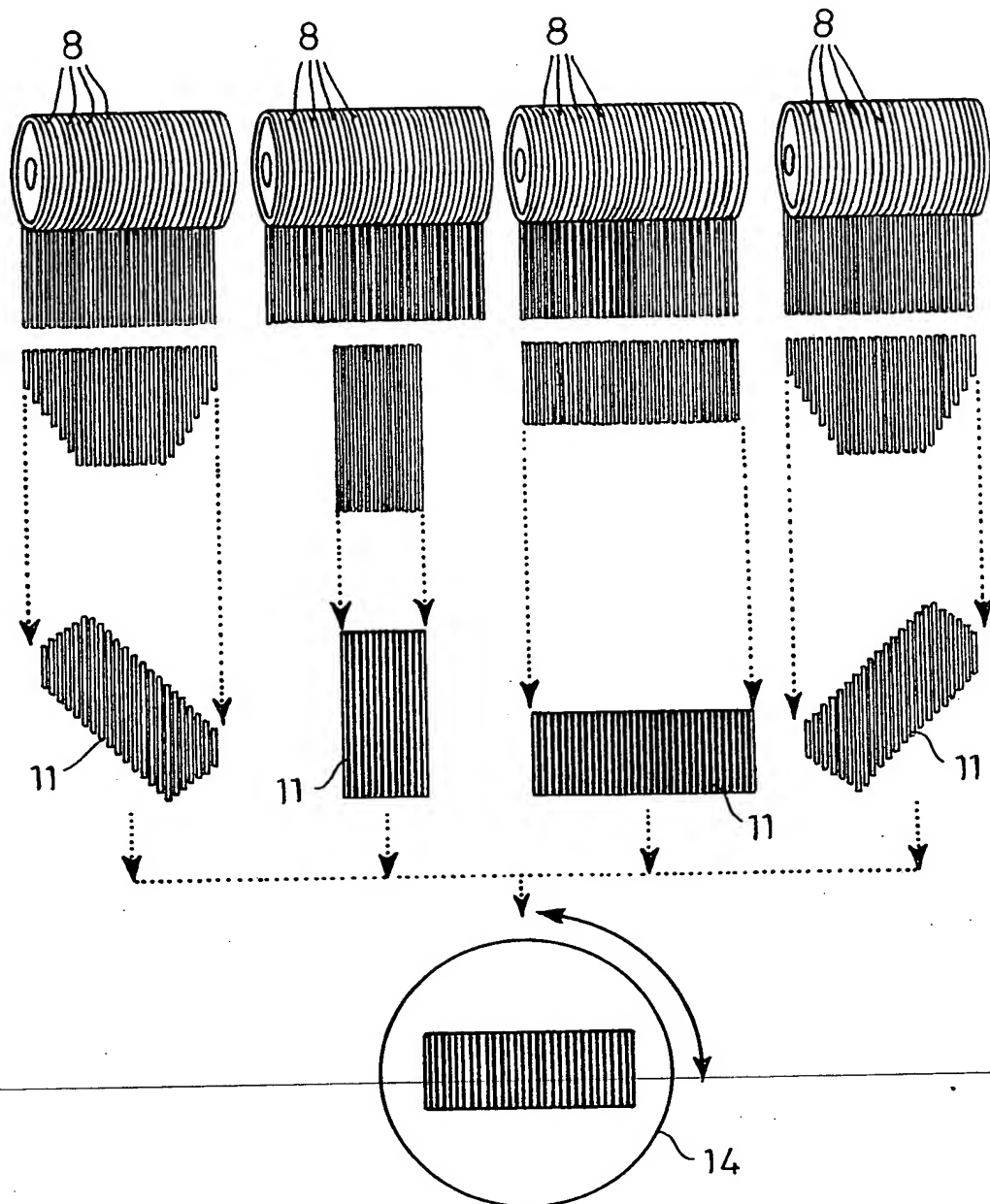


FIG.3

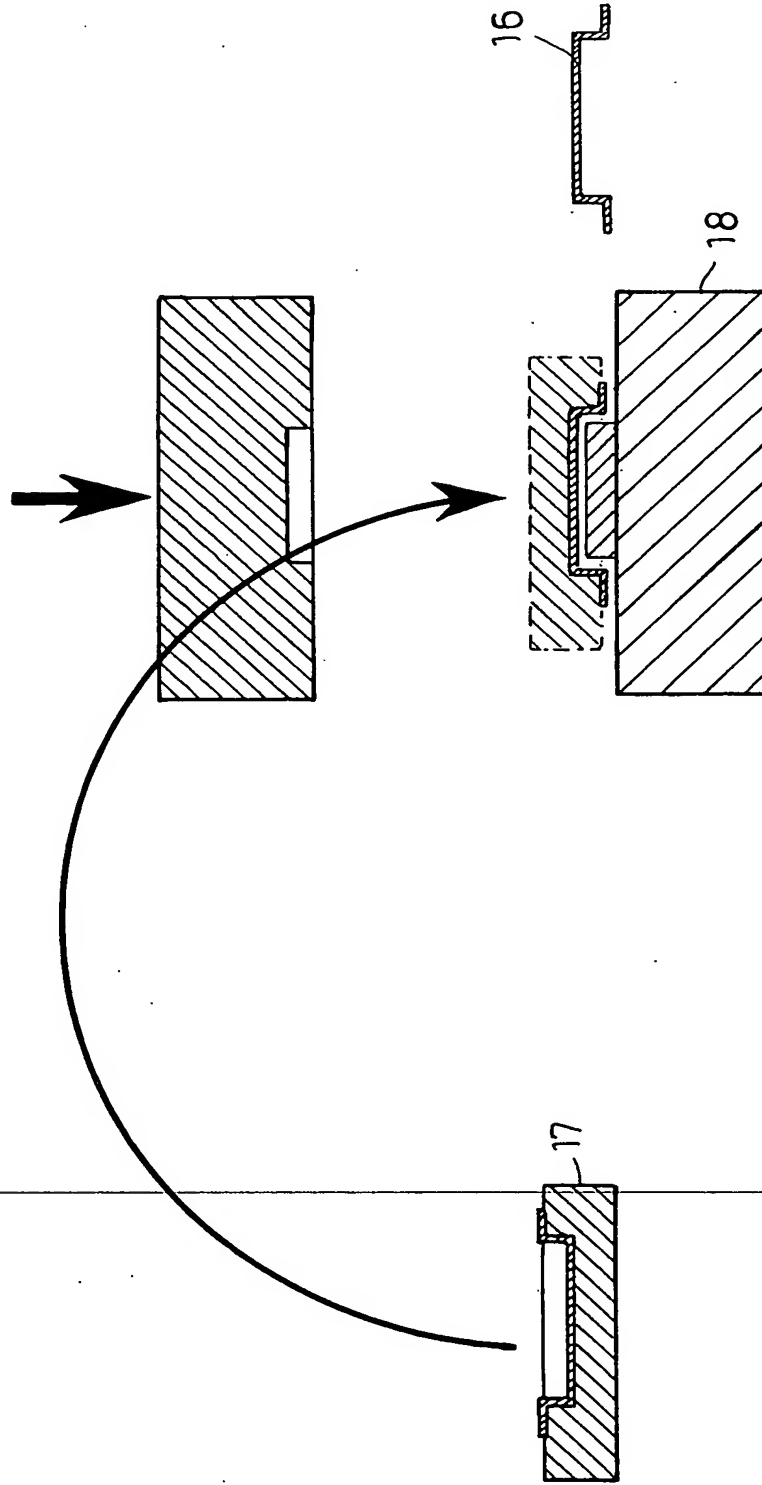


FIG. 4

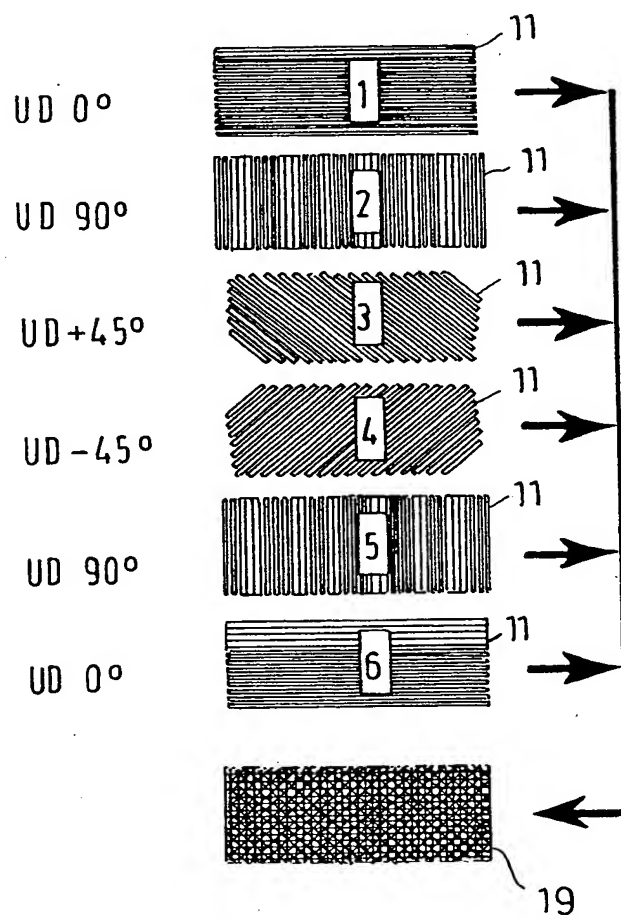


FIG. 5

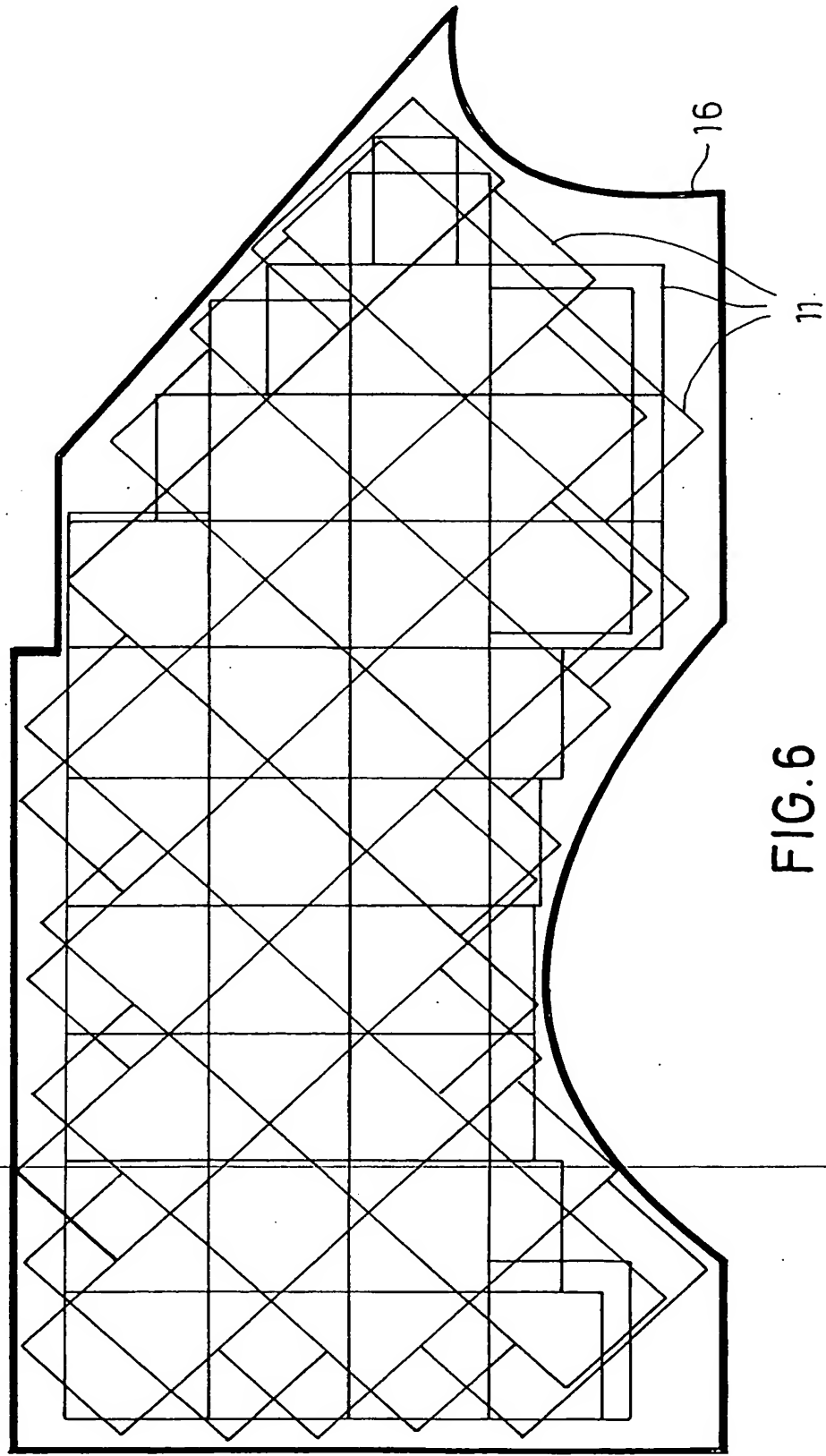


FIG. 6

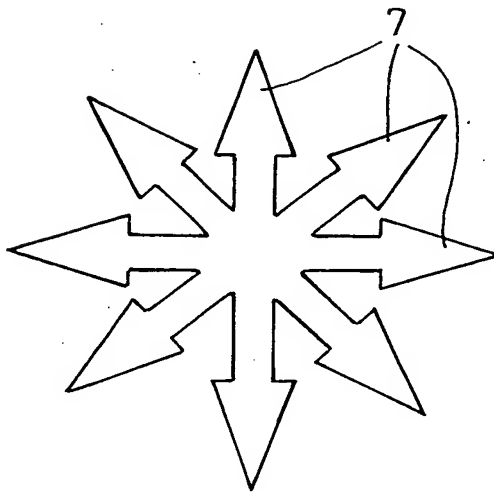


FIG .7